

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月 4日
Date of Application:
出願番号 特願2003-056784
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-056784]

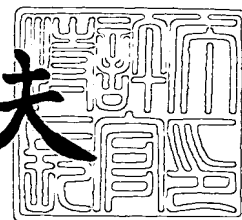
Koji TAKAHASHI, et al. Q77799
LIGHT SOURCE TYPE DISCRIMINATING
METHDO, IMAGE FORMING METHOD...
Date Filed: October 6, 2003
Darryl Mexic (202) 293-7060
3 of 4

出願人 富士写真フイルム株式会社
Applicant(s):

2003年 8月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3069689

【書類名】 特許願

【整理番号】 FF312879

【提出日】 平成15年 3月 4日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03B 27/73

【発明の名称】 画像形成方法

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 礮 秀康

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080159

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡辺 望稔

【電話番号】 3864-4498

【選任した代理人】

【識別番号】 100090217

【弁理士】

【氏名又は名称】 三和 晴子

【電話番号】 3864-4498

【選任した代理人】

【識別番号】 100112645

【弁理士】

【氏名又は名称】 福島 弘薫

【電話番号】 3864-4498

【先の出願に基づく優先権主張】**【出願番号】** 特願2002-292032**【出願日】** 平成14年10月 4日**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 006910**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0105042**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力画像の画像データを読み取って、これに必要な補正を加える画像形成方法であって、

撮像系を構成するセンサとして、一般的なカラー画像の解析に用いられる R, G, B 3 色に対応する分光感度を有するセンサに加えて、前記 R, G, B 3 色に対応する分光感度と重複しない分光感度を有する第 4 のセンサ X を配して、

これら R, G, B, X 4 つのセンサから得た情報を用いて光源種を推定し、

上記推定された光源種で得られるセンサ出力と所望の光源種で得られるセンサ出力とから定義される色変換方法により、上記推定された光源種で得られるセンサ出力値を用いることを特徴とする画像形成方法。

【請求項 2】

前記第 4 のセンサ X として、前記 R センサの有する吸収のピークよりも 30 nm 以上長波側で、かつ、700 nm 以下の領域に吸収のピークを有するものを用いることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成方法。

【請求項 3】

前記第 4 のセンサ X として、前記 G センサと B センサの中間に吸収のピークを有し、かつ、500 nm～520 nm の領域に吸収のピークを有するものを用いることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成方法。

【請求項 4】

前記色変換方法は、前記入力画像中のグレイ部分もしくはこれに準ずる部分に関し、その推定された光源種に対応するセンサ出力 E_{ij}^Z が、基準光源に対応するセンサ出力 E_{ij}^{Z0} となるように補正するものであることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の画像形成方法。

ここで、 i : 画素位置

j : R, G, B, X

【請求項 5】

前記センサ出力 $E_{ij}^{ZE} \rightarrow E_{ij}^{Z0}$ の補正は、

【数 1】

$$E_{ij}^{Z0} = A \cdot E_{ij}^{ZE} + C \quad \dots\dots (1)$$

$$\text{但し、} \quad E_{ij}^{Z0} = \begin{vmatrix} E_{iR}^{Z0} \\ E_{iG}^{Z0} \\ E_{iB}^{Z0} \\ E_{iX}^{Z0} \end{vmatrix}, \quad E_{ij}^{ZE} = \begin{vmatrix} E_{iR}^{ZE} \\ E_{iG}^{ZE} \\ E_{iB}^{ZE} \\ E_{iX}^{ZE} \end{vmatrix}$$

A, C は係数行列

となるような係数行列 A, C を求めるものであることを特徴とする請求項 4 に記載の画像形成方法。

ここで、係数行列 C は 0 であってもよい。

【請求項 6】

前記センサ出力 $E_{ij}^{ZE} \rightarrow E_{ij}^{Z0}$ の補正は、

【数 2】

$$\begin{vmatrix} E_{iR}^{Z0} \\ E_{iG}^{Z0} \\ E_{iB}^{Z0} \\ E_{iX}^{Z0} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} AR & 0 & 0 & 0 \\ 0 & AG & 0 & 0 \\ 0 & 0 & AB & 0 \\ 0 & 0 & 0 & AX \end{vmatrix} \begin{vmatrix} E_{iR}^{ZE} \\ E_{iG}^{ZE} \\ E_{iB}^{ZE} \\ E_{iX}^{ZE} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} CR \\ CG \\ CB \\ CX \end{vmatrix} \quad \dots\dots (2)$$

となるような係数行列 A, C を求めるものであることを特徴とする請求項 5 に記載の画像形成方法。

ここで、係数行列 C は 0 であってもよい。

【請求項 7】

前記センサ出力 $E_{ij}^{ZE} \rightarrow E_{ij}^{Z0}$ の補正は、

【数 3】

$$\begin{vmatrix} E_{iR}^{Z0} \\ E_{iG}^{Z0} \\ E_{iB}^{Z0} \\ E_{iX}^{Z0} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} AR_1 & AR_2 & AR_3 & AR_4 \\ AG_1 & AG_2 & AG_3 & AG_4 \\ AB_1 & AB_2 & AB_3 & AB_4 \\ AX_1 & AX_2 & AX_3 & AX_4 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} E_{iR}^{ZE} \\ E_{iG}^{ZE} \\ E_{iB}^{ZE} \\ E_{iX}^{ZE} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} CR \\ CG \\ CB \\ CX \end{vmatrix} \quad \dots\dots (3)$$

となるような係数行列 A, C を求めるものであることを特徴とする請求項 5 に記

載の画像形成方法。

ここで、係数行列 C は 0 であってもよい。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像形成方法に関し、より具体的には、人口光源（例えば、CIEで規定している12種類の蛍光灯）を含む撮影光源の種類を推定し、この結果に基づいて適正な画像処理を施すことを可能とした画像形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

フィルム画像を印画紙等の複写感材へ焼付けるときの焼付露光量は、フィルムが撮影時に被写体から受けた光量によって決定され、1コマ毎に異っている。色再現性の良好なプリントを得るためには、撮影条件に応じた焼付露光量の補正が必要となる。このため、一般に、カラー原画から複写感材へカラー画像を再現するときの露光量は、色素フィルタや蒸着フィルタで構成された色分解フィルタを備えた測光装置を用いて赤（R）、緑（G）、青（B）光の積算透過濃度を測定し、R、G、B光各々について決定することによって、グレイバランスを定めている。

【0003】

しかしながら、背景等のカラーフェリアや現像条件等によって撮影光質情報が変化することがあるため、光質を正確に推定することができず、被写体照明光の光質の変化によって色再現性が悪化することがある。これは、写真フィルム上の何れの位置がグレイであるかの判断ができないためである。

この写真フィルム上にあるグレイを検出するのに最も有効な方法は、撮影光源の色温度を推定することである。

【0004】

ここで問題になるのは、室内撮影の場合には、蛍光灯下での撮影が多いことであり、周知のように、蛍光灯はそれ以外の一般的な光源とは異なり、上述のような色温度検出によっては、光源種を適正に推定できないということである。

【0005】

この問題を解消しようとして、従来から種々の提案がなされているが、未だに完全な（少なくとも、実用上、十分な精度を持つ意）対応方法は見出されていない。

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、蛍光灯を含めた撮影光源の種類、すなわち光源種を推定し、この結果に基づいて適正な画像処理を施すことを可能とした画像形成方法を提供することにある。

【0007】

なお、本発明は、特願平6-253656号（特開平8-122157号公報参照、以下、先願という）により提案された、「色温度推定方法、色温度推定装置、及び露光量決定方法」を改良した、蛍光灯を含めた撮影光源の種類を識別可能とした光源種の識別方法を用いて、この方法により識別した撮影光源の種類に基づいて、適正な画像処理を施すことを可能としたものといえることができるものである。

【0008】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため、本発明に係る画像形成方法は、入力画像の画像データを読み取って、これに必要な補正を加える画像形成方法であって、撮像系を構成するセンサとして、一般的なカラー画像の解析に用いられるR、G、B3色に対応する分光感度を有するセンサに加えて、前記R、G、B3色に対応する分光感度と重複しない分光感度を有する第4のセンサXを配して、これらR、G、B、X4つのセンサから得た情報を用いて光源種を推定し、上記推定された光源種で得られるセンサ出力と所望の光源種で得られるセンサ出力とから定義される色変換方法により、上記推定された光源種で得られるセンサ出力値を用いることを特徴とするものである。

【0009】

ここで、前記第4のセンサXとしては、前記Rセンサの有する吸収のピークよ

りも 30 nm 以上長波側で、かつ、700 nm 以下の領域に吸収のピークを有するもの、または、前記 G センサと B センサの中間に吸収のピークを有し、かつ、500 nm～520 nm の領域に吸収のピークを有するものを用いることが可能である。

【0010】

また、ここで、前記色変換方法は、前記入力画像中のグレイ部分もしくはこれに準ずる部分に関し、その推定された光源種に対応するセンサ出力 E_{ij}^{ZE} が、基準光源に対応するセンサ出力 E_{ij}^{Z0} となるように補正するものであることを特徴とする。

ここで、 i : 画素位置

j : R, G, B, X

である。

【0011】

また、前記センサ出力 $E_{ij}^{ZE} \rightarrow E_{ij}^{Z0}$ の補正は、

【数 4】

$$E_{ij}^{Z0} = A \cdot E_{ij}^{ZE} + C \quad \dots\dots (1)$$

$$\text{但し、} \quad E_{ij}^{Z0} = \begin{vmatrix} E_{iR}^{Z0} \\ E_{iG}^{Z0} \\ E_{iB}^{Z0} \\ E_{iX}^{Z0} \end{vmatrix}, \quad E_{ij}^{ZE} = \begin{vmatrix} E_{iR}^{ZE} \\ E_{iG}^{ZE} \\ E_{iB}^{ZE} \\ E_{iX}^{ZE} \end{vmatrix}$$

A, C は係数行列

となるような係数行列 A, C を求めるものであることを特徴とする。

ここで、係数行列 C は 0 であってもよい。

【0012】

前記センサ出力 $E_{ij}^{ZE} \rightarrow E_{ij}^{Z0}$ の補正は、

【数5】

$$\begin{vmatrix} \text{EiR}^{Z0} \\ \text{EiG}^{Z0} \\ \text{EiB}^{Z0} \\ \text{EiX}^{Z0} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \text{AR} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \text{AG} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \text{AB} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \text{AX} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \text{EiR}^{ZE} \\ \text{EiG}^{ZE} \\ \text{EiB}^{ZE} \\ \text{EiX}^{ZE} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \text{CR} \\ \text{CG} \\ \text{CB} \\ \text{CX} \end{vmatrix} \cdots \cdots (2)$$

となるような係数行列A, Cを求めるものであることを特徴とする請求項5に記載の画像形成方法。

ここで、係数行列Cは0であってもよい。

【0013】

また、前記センサ出力 $\text{E}_{ij}^{ZE} \rightarrow \text{E}_{ij}^{Z0}$ の補正は、

【数6】

$$\begin{vmatrix} \text{EiR}^{Z0} \\ \text{EiG}^{Z0} \\ \text{EiB}^{Z0} \\ \text{EiX}^{Z0} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \text{AR}_1 & \text{AR}_2 & \text{AR}_3 & \text{AR}_4 \\ \text{AG}_1 & \text{AG}_2 & \text{AG}_3 & \text{AG}_4 \\ \text{AB}_1 & \text{AB}_2 & \text{AB}_3 & \text{AB}_4 \\ \text{AX}_1 & \text{AX}_2 & \text{AX}_3 & \text{AX}_4 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \text{EiR}^{ZE} \\ \text{EiG}^{ZE} \\ \text{EiB}^{ZE} \\ \text{EiX}^{ZE} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \text{CR} \\ \text{CG} \\ \text{CB} \\ \text{CX} \end{vmatrix} \cdots \cdots (3)$$

となるような係数行列A, Cを求めるものであることを特徴とする。

ここで、係数行列Cは0であってもよい。

【0014】

なお、前記R, G, B, X 4つのセンサから得た情報を用いての光源種の識別は、色温度が既知の黒体放射に基づく光源および分光エネルギー分布が規定されている蛍光灯の分光エネルギー分布、測光系の分光感度分布並びに予め定めた前記4つのセンサ出力信号関数の1次結合で表わした分光反射率分布の積の積和または積分値で定められる基準値を求め、色温度もしくは蛍光灯種別推定対象光源からの反射光の少なくとも一部を前記各センサにより信号として測定し、前記基準値とこの各センサによる測定値との差が最小となる分光反射率分布を黒体放射光源の色温度毎並びに蛍光灯種別毎に求め、さらにここで求めた分光反射率の最大値が1.0を越えた異常成分の和を評価値として求め、この評価値の最小値に対応する黒体放射光源の色温度もしくは蛍光灯種別を前記光源種の識別結果とするものである。

【0015】

本発明に係る画像形成方法は、これを組み込んだ写真プリンタとして構成することが可能である。

【0016】

具体的には、本発明に係る画像形成方法を適用した写真プリンタは、前記光源種の識別装置により推定した光源種に応じて、例えば予め用意された露光補正アルゴリズムを選択し、これに基づいて補正した露光量による露光を行って写真プリントを得るものである。

【0017】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明に係る画像形成方法の基礎となる、蛍光灯を含む光源種の推定方法について説明した後、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

なお、以下に説明する光源種の推定方法は、光源類似度の指標を基準とする方法であり、ここでは、R、G、Bの3原色に対応させて設けた3個のセンサに加えて、適宜の波長域に吸収のピークを有する第4のセンサ（本明細書中では、これを、Xセンサという）を配して、このR、G、BおよびXの4つのセンサを用いて、光源および被写体に関する先見情報なしに、撮像手段（カラーネガフィルム、DSC：デジタルスチルカメラ等）からのセンサ信号だけから、撮影光源を推定しようとするものである。

【0018】

ここで説明する蛍光灯を含む光源種の推定方法においては、色温度 $T = 5500\text{ K}$ の黒体放射に対して、反射率1.0の白色の信号値が $S_b = S_g = S_r = 1.0$ となるようにセンサ出力を調整し、また、任意の光源に対して白色信号のG信号が一定（ $S_g = 1.0$ ）となるようにセンサの露光量調整を行う。

以上の条件の下で、マクベスチャートNo. 19の白色の信号値を、CIE蛍光灯12種（F1～F12）、黒体放射光源4種（ $T = 3000\text{ K}$ 、 5000 K 、 7000 K 、 9000 K ）について求めた。

【0019】

また、ここでは、上述の信号値を基に光源の色温度を推定するとともに、上記

12種の蛍光灯（現状では、上記F1～F12）をも含めて識別可能としようとするものである。図1に、上述の、CIEにより規定されている12種類の蛍光灯（F1～F12）の概略の特性を、また、図2に、色温度Tの黒体放射光源の特性を示した。なお、被写体の分光反射率は、下記の式（4）に示すように固有ベクトル（例を、図3に示す）の加重和で近似できると仮定する。

【0020】

【数7】

$$\rho_i(\lambda) = \sum_{k=1}^4 \alpha_{ik} e_k(\lambda) \quad \cdots \cdots (4)$$

$e_k(\lambda)$: 固有ベクトル

$\alpha_{ik}(\lambda)$: 加重係数(未知数)

【0021】

この仮定により、被写体の分光反射率には奇想天外なもの（例えば、ギザギザな反射率）は論外にして、現実によりそのような分光反射率の変化のスムーズなものだけを対象にすることができる。なお、図3に示した固有ベクトルは、マクベスチャート24色を主成分分析して求めたものである。

【0022】

さて、前述の光源類似度の指標についてであるが、ある光源のセンサ信号値を基準として、他の光源のセンサ信号値がこれに近いかな否かの指標として、下記の式（5）で定義される Δ_b , Δ_r , Δ_x を用いることとする。

【0023】

【数8】

$$\left. \begin{aligned} \Delta_b &= \log(S_b/S_b^0) \\ \Delta_r &= \log(S_r/S_r^0) \\ \Delta_x &= \log(S_x/S_x^0) \end{aligned} \right\} \quad \cdots \cdots (5)$$

$\Delta_b, \Delta_r, \Delta_x$: 基準光源からの距離の指標

S_b^0, S_r^0, S_x^0 : 基準光源のセンサ信号

S_b, S_r, S_x : 他光源のセンサ信号

【0024】

上述の式（５）中において、 Δ_b 、 Δ_r 、 Δ_x は基準光源のセンサ信号（ Δ_b^0 、 Δ_r^0 、 Δ_x^0 ）と他光源のセンサ信号（ Δ_b 、 Δ_r 、 Δ_x ）との対数信号差を示している。一例として、C I E 蛍光灯 F 8 を基準光源とした場合について、 Δ_b と Δ_r をプロットしたもの（３信号系）を、図４に示す。

【 0 0 2 5 】

図４において、原点は基準のC I E 蛍光灯 F 8 であり、原点からの距離が大きいほど、基準光源（F 8）と他光源との類似度は小さいことになる。

４信号系では、図４の紙面に垂直方向の成分 Δ_x が加わる。三次元空間における原点との距離 L により、４信号系における基準光源（F 8）と他光源との類似度（下記の式（６）参照）が評価できる。

【 0 0 2 6 】

【数 9】

$$L = \sqrt{(\Delta_b^2 + \Delta_r^2 + \Delta_x^2)} \quad \cdots \cdots (6)$$

L : 基準光源と他光源との距離

$\Delta_b, \Delta_r, \Delta_x$: 基準光源からの距離の指標

【 0 0 2 7 】

式（６）中の L に添字を付けて $L_i(j)$ と表記し、基準光源が i のときの他光源 j との距離を示すことにする。例えば、基準光源と他光源がともにC I E 蛍光灯（１２種）とすれば、 $L_i(j)$ は各基準光源毎に１１個存在することになる。そこで、その１１個の中の最小値を $L(i)_{\min}$ とし、下記の式（７）により L_{\min} を計算する。

【 0 0 2 8 】

【数 1 0】

$$L_{\min} = \sum L(i)_{\min} / 12 \quad (i=F1 \sim F12) \quad \cdots \cdots (7)$$

L_{\min} : 平均最小距離

$L(i)_{\min}$: $L(i)j$ の最小値

【 0 0 2 9 】

ここで、 L_{\min} はC I E 蛍光灯 1 2 種間の平均最小距離であり、この値が小さ

いほど、蛍光灯同士の類似度が大きいことを意味し、誤認を起こしやすいことになる。

【0030】

図5は、前述のXセンサ（第4のセンサ）の分光感度のピーク位置（波長）を変化させた場合の、上記CIE蛍光灯12種間の平均最小距離 L_{\min} の動きを示している。図5に示したように、Xセンサのピーク波長675nm付近で上記 L_{\min} が最大になることが判る。すなわち、CIE蛍光灯（12種）同士をなるべく誤認しないようにするためには、第4のセンサのピーク波長は、675nm付近に設定するのがよいことになる。

【0031】

また、蛍光灯と黒体放射光源との類似度についても、同様の方法で調べた結果を、図6に示す。図6に示す結果では、第4のセンサの分光感度のピーク位置が長波長になるほど、平均最小距離 L_{\min} が大きくなり、蛍光灯と黒体放射光源との誤認は生じ難くなることが判る。

【0032】

以上の結果から、第4のセンサの分光感度のピーク位置は680nm付近に設定するのが最適といえる。

図7に、この場合の各センサの分光感度特性をまとめた。

【0033】

以下、より具体的に説明する。

ここでは、光源データとして、CIE蛍光灯12種と黒体放射光源4種（いずれも、前述）を対象とし、光源推定プログラムとして、前述の先願に示したものをを用いた。なお、センサ分光感度対は、3信号系、4信号系（Xセンサのピーク波長645nm）、4信号系（Xセンサのピーク波長675nm）の三つで比較した。

【0034】

また、上述の、先願に係る光源推定プログラムは、簡単にいえば、入力画像に対して、その画像がある光源（仮想光源）下で作成されたものと仮定し、各画素の分光反射率を再生した場合、仮想光源が実際に撮影に用いられた光源（実写光

源という)と違っていると、分光反射率に異常(反射率1.0を越える)が観測されることを利用して、反射率異常が最小となる光源を、実写光源と推定するものである。

【0035】

ここでは、R, G, Bの3原色に対応させて設けた3個のセンサ(3信号系の場合)に加えて、第4のセンサとして645nm(4信号系の場合の①), 680nm(4信号系の場合の②)に吸収のピークを有するセンサを配して、これらのセンサを用いるものとする。

【0036】

一般的に、ある色温度の黒体放射光源またはある種類の蛍光灯で照明された被写体を撮影した場合のセンサ出力信号 E_{ij}^Z は、下記の式(8)で表わすことができる。なお、ここで、Zは色温度Tの黒体放射光源またはある種類の蛍光灯を示す。

【0037】

【数11】

$$E_{ij}^Z = \int P^Z(\lambda) \rho_i(\lambda) S_j(\lambda) d\lambda \quad \cdots \cdots (8)$$

(j = B, G, R, X)

E_{ij}^Z : センサ出力信号

$P^Z(\lambda)$: 光源の分光エネルギー分布

$\rho_i(\lambda)$: 被写体の分光反射率分布

$S_j(\lambda)$: センサの分光感度分布(既知)

【0038】

ここで、上記センサ信号 E_{ij}^Z は、二つの未知な変量 $P^Z(\lambda)$ と $\rho_i(\lambda)$ を含む積分値であり、センサ信号 E_{ij}^Z を与える $P^Z(\lambda)$ と $\rho_i(\lambda)$ の可能な組み合わせは、多数考えられる。従って、一般には、光源 $P^Z(\lambda)$ を特定することは不可能であるが、可能な組み合わせの中には、数学的には矛盾しないが物理的に矛盾するものも多数含まれると考えられ、それらを除くと光源の推定が、ある精度内で可能になる。

【0039】

なお、上記式 (8) 中の被写体の分光反射率分布 $\rho_i(\lambda)$ は、データを得るための情報形態によって i が定まる。すなわち、被写体を撮影したときの撮影画像を想定すると、その撮影画像を多数に分割した各々の画素から情報を得ることができるので、 i 番目の画素に対応する被写体の分光反射率分布が $\rho_i(\lambda)$ となる。

【0040】

前記式 (4) を式 (8) に代入し、 $P^Z(\lambda)$ を $P(T; \lambda)$ と表記し直すと、センサ信号 E_{ij}^Z は、下記の式 (9) となる。

【0041】

【数 12】

$$E_{ij}^Z = \int P(T; \lambda) S_j(\lambda) \sum \alpha_{ik} e_k(\lambda) d\lambda \quad \cdots \cdots (9)$$

($j = B, G, R, X$)

$P(T; \lambda)$: 色温度 T の光源の分光エネルギー分布

【0042】

ここでは、この条件で、光源と被写体の可能な組み合わせを求めるために、未知数の一つである色温度 T を固定して被写体の分光反射率を復元する。このため、加重係数 α_{ik} に初期値を与え、式 (9) の右辺の積分値がセンサ信号 E_{ij}^Z に一致するまで、加重係数 α_{ik} の最適化計算を繰り返した。収束した加重係数 α_{ik} を用いることにより、式 (4) から被写体の分光反射率が復元することができる。

【0043】

この一例を、図 8 に示す。この例では、センサ信号 E_{ij}^Z を $E_B = E_G = E_R = E_X = 0.6$ とし、色温度を、 $T = 3000\text{ K}$, 5000 K , 7000 K , 9000 K と変化させている。 $T = 3000\text{ K}$ と 9000 K では、分光反射率の一部が反射率 1.0 を超えており、前述の物理的に矛盾したデータ (反射率異常) になっている。これから、撮影光源の色温度が、 3000 K または 9000 K である可能性は低いといえることができる。

【0044】

上述のように、分光反射率の復元データは、色温度の推定に利用することがで

きると考えられる。また、この際に用いる推定に寄与する評価値も、幾つか考えられる。ここでは、その一つとして、分光反射率 $\rho_i(\lambda)$ は $0 \leq \rho_i(\lambda) \leq 1.0$ であるという事実を重視して、分光反射率 $\rho_i(\lambda)$ が 1.0 を越える程度が強いほど「真の色温度」からのずれが大きいと考えて、式 (10) に示すような評価値 v を導入した。

【0 0 4 5】

【数 1 3】

$$v = \rho_i(\lambda)^{\max} - 1.0 \quad \dots\dots (10)$$

(但し、 $v \leq 0$ の時は 0 とする)

【0 0 4 6】

この評価値 v は、色温度 T の関数となるが、それを多くの画素について集計したものを V とする。ここで、 V は下記の式 (11) で表わされる。なお、ここで、 $\rho_i(\lambda)^{\max}$ は $\rho_i(\lambda)$ の最大値を示すものとする。

【0 0 4 7】

【数 1 4】

$$V = \sum_{i=1}^n v = \sum_{i=1}^n (\rho_i(\lambda)^{\max} - 1.0) \quad \dots\dots (11)$$

【0 0 4 8】

図 9 に、上述の色温度の変化に対応する評価値 V の変化の模式的な一例を示した。図 9 は光源種が色温度 5 0 0 0 K の黒体放射光源の場合を示すものであり、図中の U 字状曲線の底に対応する部分は、前述の、被写体の分光反射率が反射率 1.0 を超える確率が最も小さい部分と言えるので、これに対応する色温度を、撮影光源の色温度と推定（識別）することができる。

【0 0 4 9】

図 10 には、光源種が蛍光灯 F 1 である場合を例示している。蛍光灯を含めた光源種識別を行う場合には、前述の式 (11) の評価値 V を黒体放射光源の色温度および蛍光灯光源種の種別（12 種）に対して計算し、U 字状ないし V 字状の曲線の最小値に対応する色温度もしくは蛍光灯の種類を、撮影光源の光源種と推

定する。図10では、最小値に対応する光源種は、蛍光灯F1と読み取れる。

【0050】

図11は、ここでの光源種の識別動作の流れを示すフローチャートである。なお、ここでは、カラーネガフィルムを濃度測定して、その結果に基づいて撮影光源の種類を識別する場合を例に挙げる。

【0051】

ステップ12：事前準備として、ここでは、種々の光源種（前述のように、蛍光灯種別を含む）を仮定し、測定対象カラーネガフィルムについて、加重係数 α_{ik} に任意の4つの数値対を与えることにより分光反射率を復元し（式（4））、式（8）によって E_{ij}^Z を計算してメモリに蓄積しておく。これを繰り返すことにより、（ α_{ik} 対 E_{ij}^Z ）のデータ対を構成できる。この計算結果は、テーブル化しておいてもよい。

【0052】

ステップ14：実際の動作では、未知の光源種におけるカラーネガフィルムの測光データ（ E_{ij}^0 ）を得て、次の式（12）に示すように、データ E_{ij}^0 とセンサ出力値 E_{ij}^Z との差 ΔE を最小にする分光反射率（すなわち α_{ik} ）を求める。これは、前述の、蓄積されている多数の E_{ij}^Z を用いることによって実行できる。

【0053】

【数15】

$$\Delta E = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^4 (E_{ij}^0 - E_{ij}^Z)^2 \quad \cdots \cdots (12)$$

【0054】

ステップ16： ΔE を最小にする分光反射率に対して評価値 V を計算し、評価値 V の最小値に対応する光源種を撮影光源と推定する。

【0055】

表1に、3信号系、4信号系の①（X1センサを用いた場合）、4信号系の②（X2センサを用いた場合）とにおける、各種の光源種に対応して評価値 V が最小値となった点を示した。

【0056】

【表1】

表1 評価値Vが最小値となった光源

光源種	3ch入力	4ch入力 (645nm)	4ch入力 (675nm)
黒体 3000K	2765K	2805K	2814K
5000K	4419K	4510K	4541K
7000K	5900K	6021K	6127K
9000K	7187K	7384K	7572K
蛍光灯 F1	F10	F1	F1
F2	F11	F2	F2
F3	F12	F3	F3
F4	F4	F4	F4
F5	F10	F1	F5
F6	F11	F2	F6
F7	4497K	4973K	F7
F8	3687K	3679K	F9
F9	F11	3218K	F9
F10	3722K	F2	F11
F11	3155K	F3	F11
F12	F12	F12	F12

【0057】

この表1は、ある光源種が、本実施形態に係る光源種の識別方法によってどのように識別されたかを、従来の方法、すなわちR、G、Bの3センサのみを用いた3信号系の場合との対比の形で示しているものである。光源種が蛍光灯F1～F12である場合における識別結果の欄を見れば判るように、殆どの光源種が正しく識別されているということを示しているものである。

【0058】

また、例えば、黒体放射5000Kという色温度が、3信号系の場合（表1中では、3ch入力と示されている）では4419kであるのに対して、X1センサを用いた場合（表1中では、4ch入力（645nm）と示されている）では4510Kとなっており、さらに、X2センサを用いた場合（表1中では、4c

h 入力 (6 7 5 nm) と示されている) では、4 5 4 1 K となっている点からも判るように、色温度の推定においても精度が向上する効果が得られている。

【0 0 5 9】

すなわち、この、先願に係る光源推定プログラムによれば、第 4 のセンサを導入したことにより、未知の光源種におけるカラーネガフィルムの測光データ (E_{ij}^0) を得た場合に、そのカラーネガフィルムの撮影に用いられた光源の種別を、蛍光灯の種別までを含めて、適確に識別することが可能になるという効果が得られる。

【0 0 6 0】

以下、上述のような光源推定プログラムにより、前述の、R, G, B, X 4 つのセンサを用いて識別 (推定) した光源種に基づいて、入力画像データを、色バランスの取れた画像として再現する画像形成方法について説明する。

【0 0 6 1】

上記光源推定プログラムにより推定 (識別) された光源種を Z E、再現したい光源種を Z 0 とする。上記 Z 0 は、昼光撮影用のフィルムを用いる撮影の場合には、昼光光源で撮影するのが設計に合致し、色バランスの良好な画像が得られる。ここでは、例えば、約 5 5 0 0 K の黒体放射の光源を再現したい光源を、上記 Z 0 とする。

【0 0 6 2】

撮影光源 Z に対応するセンサ出力 E_{ij}^Z は、前述の式 (8), (9) で与えられ、これも前述の、事前準備ステップ (段落 0 0 5 1 参照) において、種々の光源 Z 毎にテーブル化されて、メモリに蓄積されているものとする。

【0 0 6 3】

また、ここでは、推定された光源種 Z E に対し、各色分光感度毎のセンサ出力 E_{ij}^{ZE} ($j = R, G, B, X$) が得られるとする。

一方、再現したい光源種 Z 0 に対しては、上述のテーブルを参照することにより、各色分光感度毎のセンサ出力 E_{ij}^{Z0} ($j = R, G, B, X$) が得られるとする。

【0 0 6 4】

上述のような状況下で、入力画像中のグレイ部（あるいは、LATD的に考えた平均的な部分） i について、センサ出力 E_{ij}^{ZE} ($j = R, G, B, X$) がセンサ出力 E_{ij}^{Z0} ($j = R, G, B, X$) となるような係数行列を求める。

【0065】

【数16】

$$E_{iZ0} = A \cdot E_{iZE} + C \quad \dots\dots (1)$$

$$\text{但し、} \quad E_{iZ0} = \begin{vmatrix} E_{iR}^{Z0} \\ E_{iG}^{Z0} \\ E_{iB}^{Z0} \\ E_{iX}^{Z0} \end{vmatrix}, \quad E_{iZE} = \begin{vmatrix} E_{iR}^{ZE} \\ E_{iG}^{ZE} \\ E_{iB}^{ZE} \\ E_{iX}^{ZE} \end{vmatrix}$$

A, Cは係数行列

【0066】

より具体的には、下記の通りである。

【数17】

$$\begin{vmatrix} E_{iR}^{Z0} \\ E_{iG}^{Z0} \\ E_{iB}^{Z0} \\ E_{iX}^{Z0} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} AR & 0 & 0 & 0 \\ 0 & AG & 0 & 0 \\ 0 & 0 & AB & 0 \\ 0 & 0 & 0 & AX \end{vmatrix} \begin{vmatrix} E_{iR}^{ZE} \\ E_{iG}^{ZE} \\ E_{iB}^{ZE} \\ E_{iX}^{ZE} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} CR \\ CG \\ CB \\ CX \end{vmatrix} \quad \dots\dots (2)$$

ここで、係数Cは0であってもよい。

【0067】

また、上式の要素数は、最低で3色でもよく、通常の撮影に利用される、感度がR, G, Bの3色の場合には、Xの項は考慮しなくてもよい。

係数行列Aが対角行列であるこの場合は、光源種の違いに合わせて、それぞれの色の分光感度の感度比を調節したことになり、すなわち、グレイのバランスを調整したことになる。

【0068】

上記変換処理によって、取得画像（すなわち、光源種ZEでの画像）から、バランス調整された画像（すなわち、光源種Z0での画像）が計算される。

実際にこれを画像として出力するためには、上記バランス調整された画像の信

号に対し、各種の色信号処理等を実施してもよい。

【0069】

例えば、適正な出力を得るための、装置に依存した色信号変換が例示される。また、上述のバランス調整された画像信号を対数処理して露光濃度として扱い、優れた色再現を有する感光材料によるプリント作製に供するための濃度信号に変換してもよい。なお、これらの適宜の組み合わせも有効である。

【0070】

また、上述の説明においては、感光材料（カラーネガフィルム）を撮影材料として用いた例を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、いわゆるデジタルカメラ（DSC）の分光感度特性に付いても、全く同様に扱うことが可能である。

【0071】

前述の変換式では、係数行列Aが対角行列である場合を説明したが、本発明においては、係数行列Aが非対角成分を持つような色変換の実施も含まれる（下記式（3）参照）。

【0072】

【数18】

$$\begin{vmatrix} \text{EiR}^{\text{Z0}} \\ \text{EiG}^{\text{Z0}} \\ \text{EiB}^{\text{Z0}} \\ \text{EiX}^{\text{Z0}} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \text{AR}_1 & \text{AR}_2 & \text{AR}_3 & \text{AR}_4 \\ \text{AG}_1 & \text{AG}_2 & \text{AG}_3 & \text{AG}_4 \\ \text{AB}_1 & \text{AB}_2 & \text{AB}_3 & \text{AB}_4 \\ \text{AX}_1 & \text{AX}_2 & \text{AX}_3 & \text{AX}_4 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \text{EiR}^{\text{ZE}} \\ \text{EiG}^{\text{ZE}} \\ \text{EiB}^{\text{ZE}} \\ \text{EiX}^{\text{ZE}} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \text{CR} \\ \text{CG} \\ \text{CB} \\ \text{CX} \end{vmatrix} \cdots \cdots (3)$$

【0073】

このためには、マクベスカラーチェッカに例示される豊富な色を含むデータについて、係数行列A、Cを求めればよく、後段の処理は、上記実施例の場合と同様に行えばよい。この場合の効果としては、グレイ部以外の他の色についても色合わせが可能となることが挙げられる。

【0074】

また、色修正として、ここでは、信号の線形変換を行う場合を例に挙げたが、いわゆる、2次以上の信号成分を考慮した変換行列を用いることなども、本発明

に係る画像形成方法の範囲内で実施することが可能である。

さらに、撮影光源の雰囲気を残すために、式(1)で得られたセンサ出力 E_{ij}^{Z0} ($j = R, G, B, X$) と、撮像光源のセンサ出力 E_{ij}^{ZE} ($j = R, G, B, X$) の内分操作を行うことが有効な場合もあり、これも、本発明に係る画像形成方法の範囲内で実施することが可能である。

【0075】

なお、上記実施形態は本発明の一例を示したものであり、本発明はこれに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で、適宜の変更・改良を行ってもよいことはいうまでもないことである。

【0076】

例えば、前述の色変換処理としては、本出願人の先願に係る特願平9-338639号「画像処理方法および装置」(特開平11-177832号公報参照)、特願平10-311090号「色補正方法および装置」(特開2000-137305号公報参照)等、各種の処理を適用することが可能である。

【0077】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明に係る画像生成方法によれば、光源種識別対象の光源からの反射光の少なくとも一部を用いて、光源種の識別(推定)を行った後に、この推定された光源種と所望(基準)の光源種で得られるセンサ出力から定義される色変換方法に基づいて、画像データの変換を行うようにしたので、撮影光源の種類、すなわち光源種の推定結果に基づく適正な画像処理を施すことを可能とした画像形成方法を実現できるという顕著な効果が得られるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (a) ~ (d) は、CIEに規定される12種類の蛍光灯(F1 ~ F12)の概略特性を示す図である。

【図2】 色温度Tの黒体放射の概念を説明する図である。

【図3】 被写体の固有ベクトルの分光分布を例示する図である。

【図4】 本発明の原理である光源類似度の指標についての説明図である。

【図 5】 実施形態に係る X センサの分光感度のピーク位置（波長）を変化させた場合の蛍光灯間の平均最小距離の動きを示す説明図である。

【図 6】 同、蛍光灯と黒体放射光源とを含めた場合の類似度の変化を示す説明図である。

【図 7】 実施形態において用いた R， G， B および X の各センサの分光感度を例示した図である。

【図 8】 被写体の分光反射率を復元した状況を例示する図である。

【図 9】 一実施形態における、色温度 T と評価値 V との関係を例示する図である。

【図 1 0】 実施形態における、色温度 T および 1 2 種類の蛍光灯と評価値 V との関係を例示する図である。

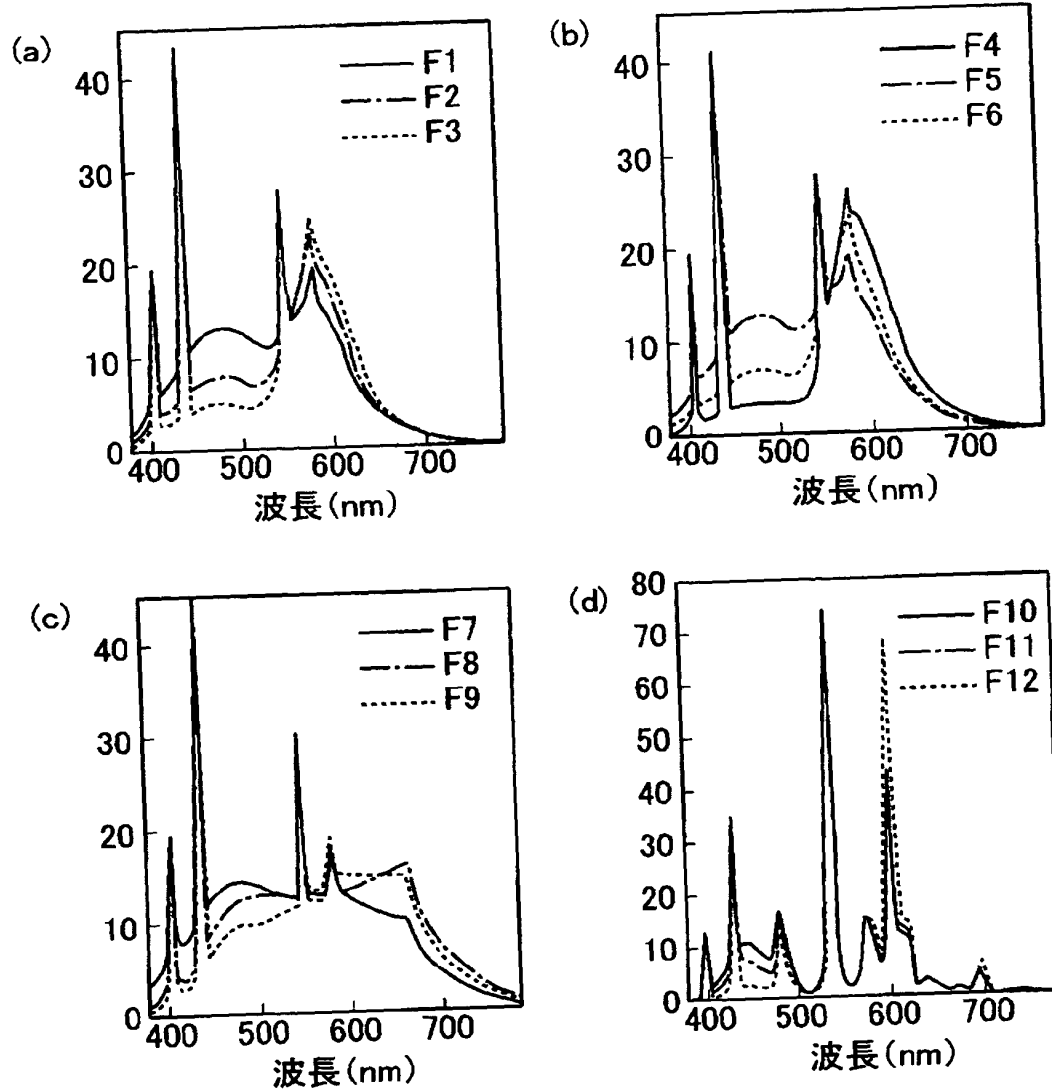
【図 1 1】 実施形態における光源種の識別動作の流れを示すフローチャートである。

【符号の説明】

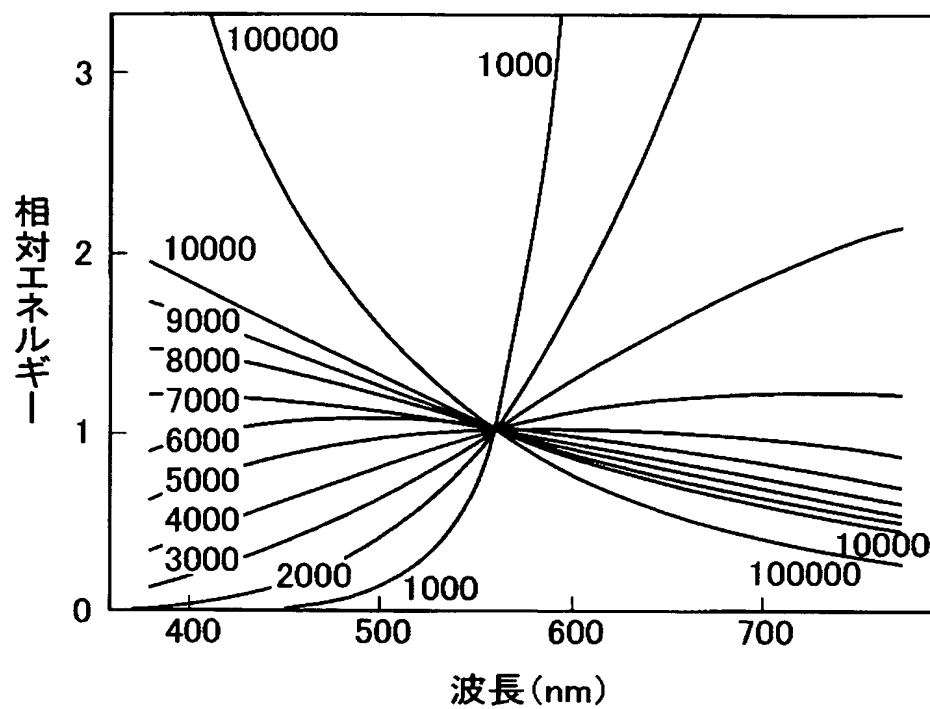
1 2， 1 4， 1 6 処理ステップ

【書類名】 図面

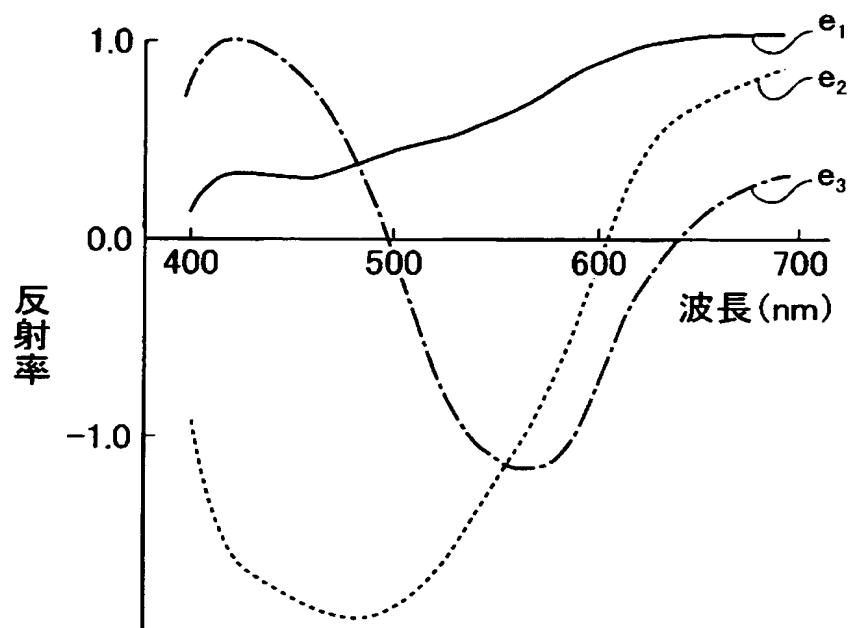
【図 1】



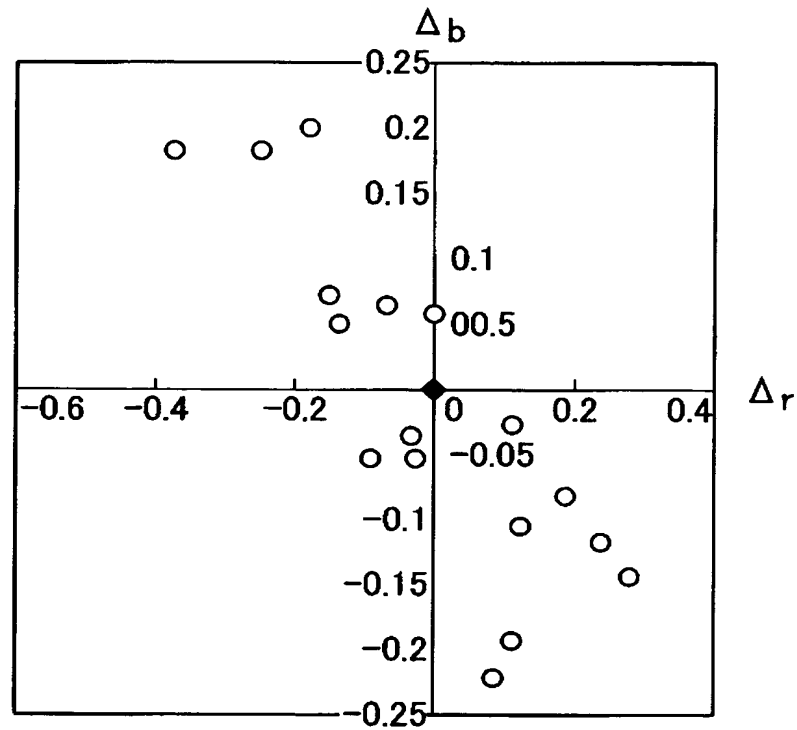
【図 2】



【図 3】

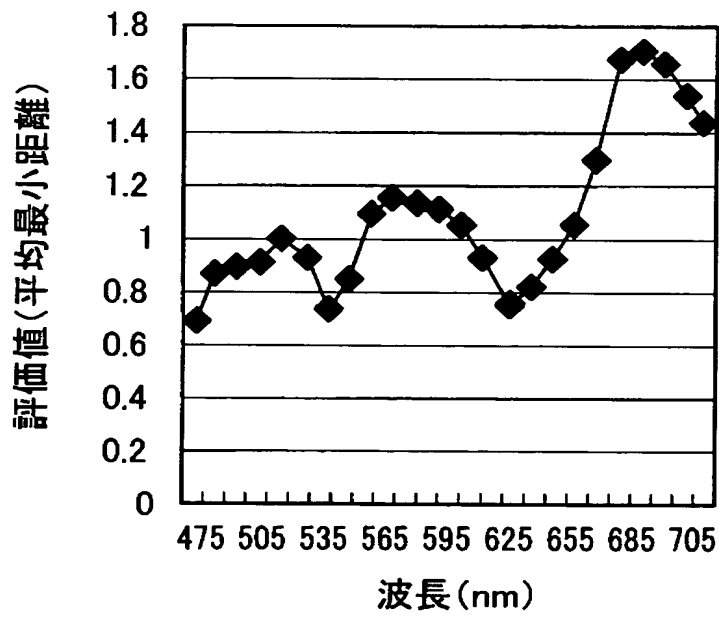


【図 4】

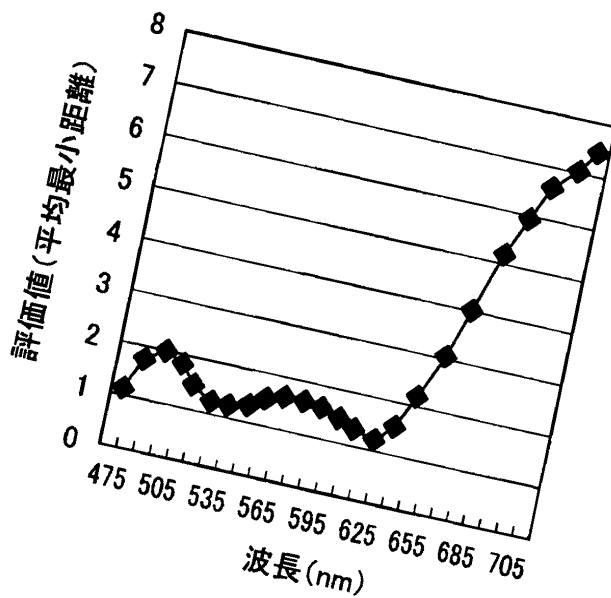


◆ 基準光源 CIE 蛍光灯 F8

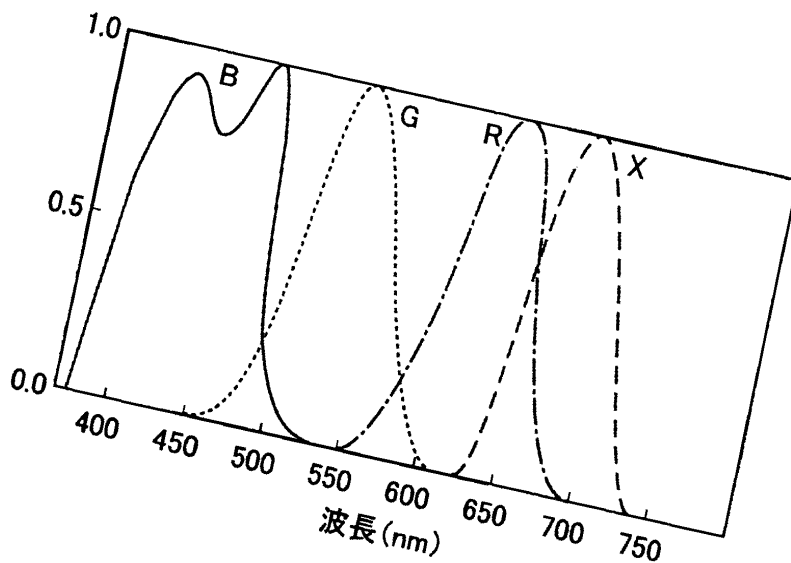
【図 5】



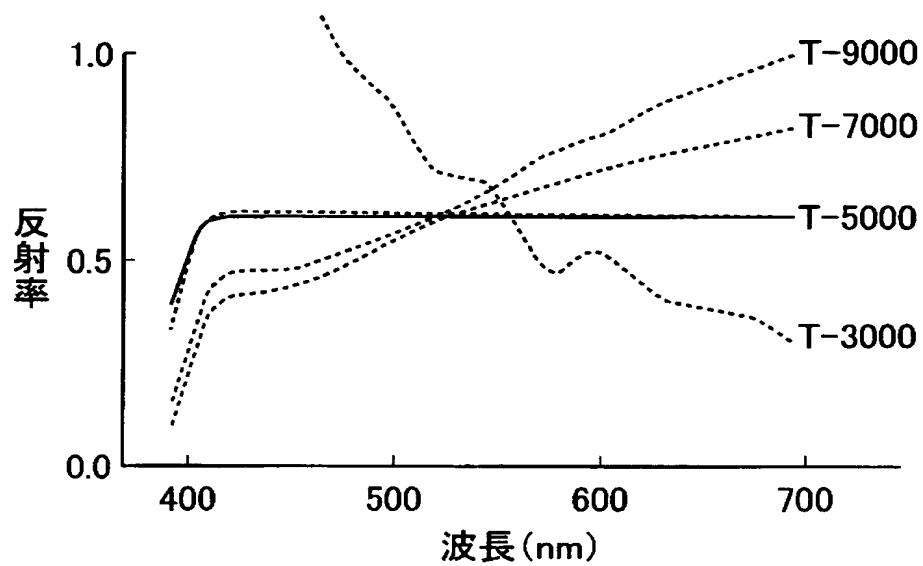
【図6】



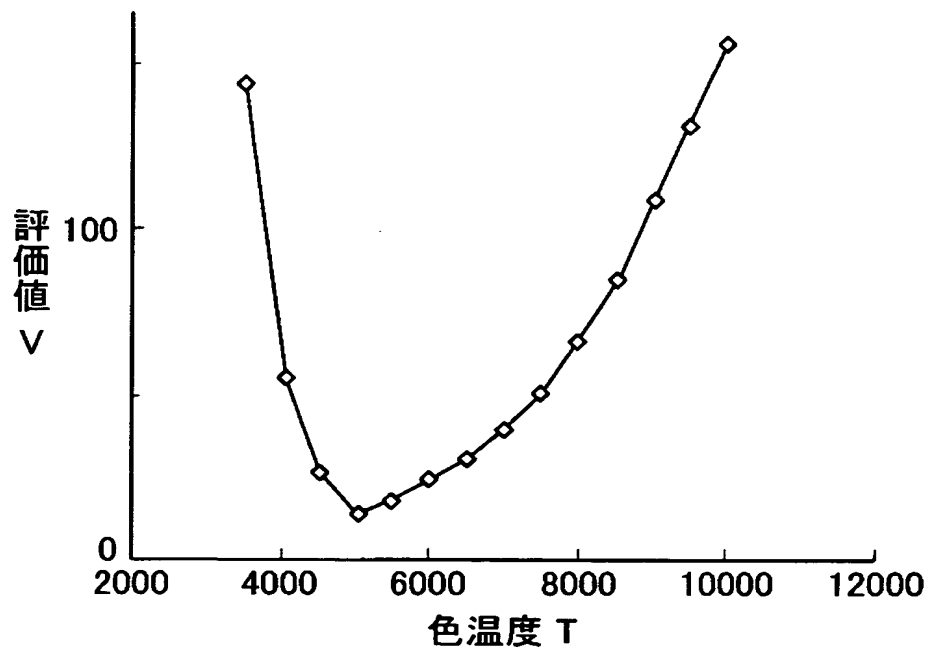
【図7】



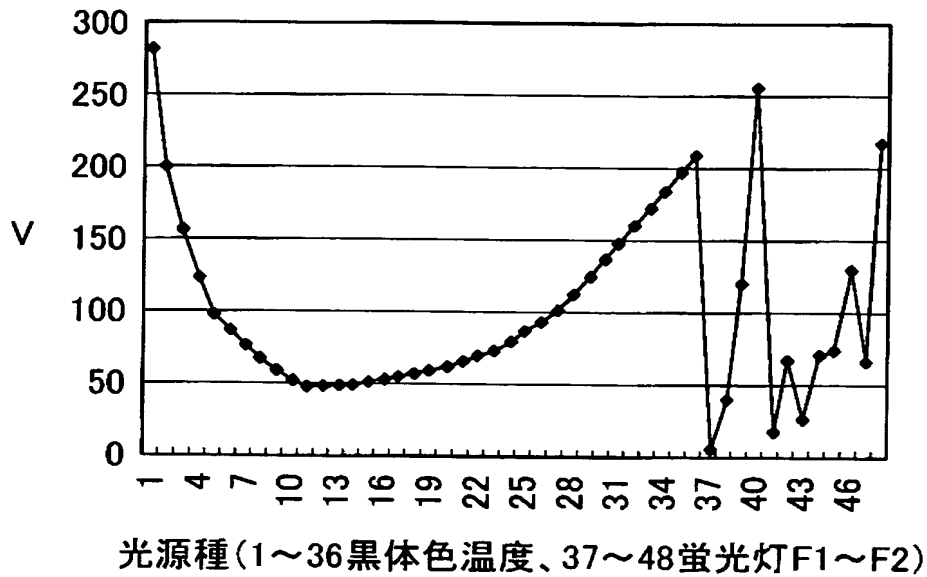
【図 8】



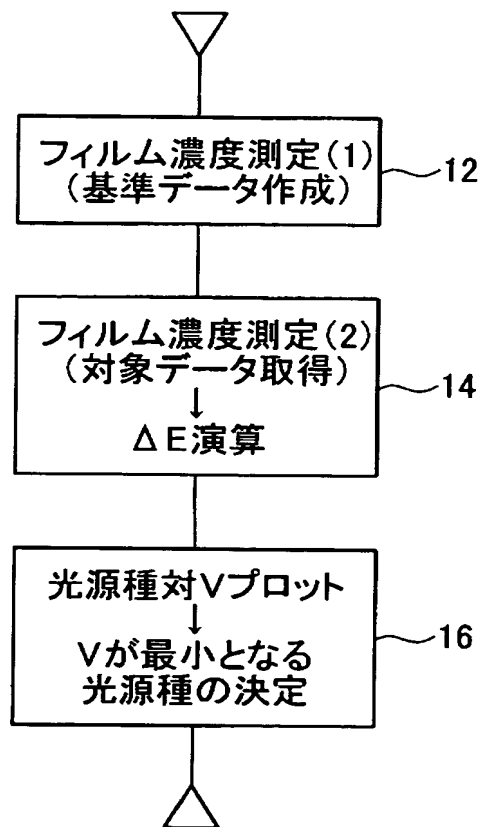
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 蛍光灯を含めた撮影光源の種類、すなわち光源種を推定し、この結果に基づいて適正な画像処理を施すことを可能とした画像形成方法を提供すること。

【解決手段】 未知の色温度（蛍光灯の種別を含む）で記録されたセンサ出力値データと、多数用意した、その被写体が照明される光源の色温度（蛍光灯の種別を含む）によるセンサ出力値データとの差を最小にする色温度（蛍光灯の種別を含む）を撮影光源の種別と推定し、この推定された光源種で得られるセンサ出力と所望の光源種で得られるセンサ出力とから定義される色変換方法により、上記推定された光源種で得られるセンサ出力値を用いる画像形成方法。

【選択図】 図 7

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-056784
受付番号	50300347477
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成 15 年 3 月 7 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【住所又は居所】 神奈川県南足柄市中沼 210 番地

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100080159

【住所又は居所】 東京都千代田区岩本町 2 丁目 12 番 5 号 早川ト
ナカビル 3 階 いおん特許事務所

【氏名又は名称】 渡辺 望稔

【選任した代理人】

【識別番号】 100090217

【住所又は居所】 東京都千代田区岩本町 2 丁目 12 番 5 号 早川ト
ナカビル 3 階 いおん特許事務所

【氏名又は名称】 三和 晴子

【選任した代理人】

【識別番号】 100112645

【住所又は居所】 東京都千代田区岩本町 2 丁目 12 番 5 号 早川ト
ナカビル 3 階 いおん特許事務所

【氏名又は名称】 福島 弘薫

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 5 6 7 8 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地

氏 名

富士写真フイルム株式会社